

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: Takayuki NAKAMURA

Serial Number: Not Yet Assigned

Filed: November 25, 2003

**Customer No.: 38834**

For: APPARATUS FOR GENERATING THREE-DIMENSIONAL MODEL DATA

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

November 25, 2003

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2002-348669, filed on November 29, 2002**

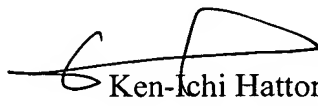
In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 50-2866.

Respectfully submitted,  
WESTERMAN, HATTORI, DANIELS & ADRIAN, LLP

Atty. Docket No.: 032135  
1250 Connecticut Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20036  
Tel: (202) 822-1100  
Fax: (202) 822-1111  
KH/II

  
Ken-ichi Hattori  
Reg. No. 32,861

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年11月29日

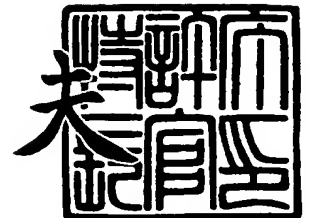
出願番号  
Application Number: 特願2002-348669  
[ST. 10/C]: [JP2002-348669]

出願人  
Applicant(s): 株式会社森精機製作所  
インテリジェント マニユファクチャリング システムズ  
インターナショナル

2003年10月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 MPO-M-0203

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 株式会社森精機  
製作所内

【氏名】 中村 隆之

【特許出願人】

【識別番号】 000146847

【氏名又は名称】 株式会社森精機製作所

【特許出願人】

【識別番号】 300035331

【氏名又は名称】 インテリジェント マニユファクチャリング システム  
ズ インターナショナル

【代理人】

【識別番号】 100104662

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 智司

【電話番号】 (06)6373-5981

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058654

【納付金額】 21,000円

【その他】 米国カリフォルニア州の法律に基づく法人

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716846

【包括委任状番号】 0006369

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元モデルデータ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 相互に直交する少なくとも第1軸及び第2軸方向に被送り台を移動させることができるようになった工作機械を構成する構造体の3次元モデルデータを生成する装置であって、

前記構造体を撮像して画像データを生成する撮像手段と、

前記撮像手段によって生成された画像データを基に、前記構造体の3次元形状を定義した形状データを少なくとも含んで構成される3次元モデルデータを生成するモデルデータ生成手段とを備えたことを特徴とする3次元モデルデータ生成装置。

【請求項2】 相互に直交する少なくとも第1軸及び第2軸方向に被送り台を移動させることができるようになった工作機械を構成する構造体の3次元モデルデータを生成する装置であって、

それぞれ所定の間隔を隔てて設けられた2つの撮像部を備え、該各撮像部により前記構造体を撮像して2次元画像データをそれぞれ生成する第1、第2、及び第3の3つの撮像手段と、

前記第1、第2、第3の撮像手段によってそれぞれ生成された各2個の2次元画像データを基に、前記構造体の3次元形状を定義した形状データを少なくとも含んで構成される3次元モデルデータを生成するモデルデータ生成手段とを備えてなり、

前記第1の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第2軸、又は前記第1軸及び第2軸の双方と直交する第3軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第1軸に沿った方向から前記構造体を撮像するように構成され、

前記第2の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第1軸又は第3軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第2軸に沿った方向から前記構造体を撮像するように構成され、

前記第3の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第1軸又は第2軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第3軸に沿った方向から前記構造体を撮像する

ように構成されてなることを特徴とする 3 次元モデルデータ生成装置。

【請求項 3】 前記工作機械を構成する複数の構造体に係る 3 次元モデルデータがそれぞれ相互に関連付けられて構成された前記工作機械全体の 3 次元モデルデータを予め記憶したモデルデータ記憶手段を更に備えて構成され、

前記モデルデータ生成手段は、前記第 1、第 2、第 3 の撮像手段により撮像された構造体について、それぞれ生成された 2 次元画像データを基に該撮像構造体の 3 次元モデルデータを生成するとともに、該撮像構造体が前記工作機械全体の 3 次元モデル上で位置すべき座標位置を算出し、算出された座標位置データ、前記撮像構造体の 3 次元モデルデータ及び前記モデルデータ記憶手段に格納された工作機械全体の 3 次元モデルデータを基に、該工作機械全体の 3 次元モデルデータを更新して、前記撮像構造体を含む工作機械全体の 3 次元モデルデータを生成するように構成されてなることを特徴とする請求項 2 記載の 3 次元モデルデータ生成装置。

【請求項 4】 前記構造体の 3 次元モデルデータが、該構造体について設定された移動軸及び／又は回転軸に関する情報を含んで構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のいずれかの 3 次元モデルデータ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、相互に直交する少なくとも第 1 軸及び第 2 軸方向に被送り台を移動させることができるようになった工作機械を構成する構造体の 3 次元モデルデータを生成する 3 次元モデルデータ生成装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

工作機械は、例えば、ワークを保持するチャック、チャックを軸中心に回転させる主軸、工具が装着される刃物台、刃物台を少なくとも直交 2 軸方向に移動させる駆動機構部といった各種の構造体からなり、前記ワークと工具との間に適宜相対運動を与えることによって当該ワークを加工するように構成されている。

【0 0 0 3】

前記駆動機構部の作動は、制御装置により、適宜作成されたNCプログラムに基づいて制御されるが、このNCプログラムに誤りがあると、工具とワークとが干渉するといった事故が起こる恐れがある。

#### 【0004】

このため、新規に作成されたNCプログラムについては、これを基に試加工を行ってこのNCプログラムに誤りがあるか否かを確認したり、また、近年では、工作機械の3次元モデルデータを用いて、コンピュータ上で干渉シミュレーションを行うことにより、NCプログラムに誤りがあるか否かを確認している。

#### 【0005】

前記工作機械の3次元モデルデータは、当該工作機械を構成する複数の構造体に係る3次元モデルデータがそれぞれ相互に関連付けられて構成されており、前記各構造体の3次元モデルデータは、当該構造体の3次元形状を定義した形状データを少なくとも含んで構成される。

#### 【0006】

そして、前記工作機械及び各構造体の3次元モデルデータは、通常、3次元CAD (Computer Aided Design) システムを用いて、CADオペレータにより適宜作成される。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようにして作成される3次元モデルデータを用いた上記干渉シミュレーションでは、例えば、ワークの形状やこれを保持するチャックの形状などが変更されると、これに合わせて前記ワークやチャックの3次元モデルデータを新規に作成し、作成した3次元モデルデータを用いて前記工作機械全体の3次元モデルデータを修正、更新しなければならず、迅速に干渉シミュレーションを行うことができないという問題がある。

#### 【0008】

特に、近年のワーク加工は多品種少量生産であり、加工すべきワークの形状が頻繁に変更となるため、その都度、上記のようにワークやチャックの3次元モデルデータを新規に作成していたのでは、著しく生産性が低下することになる。

## 【0009】

また、前記工作機械や各構造体の3次元モデルデータは、CADオペレータの作成ミスなどによって、実際の形状と異なっていることがあり、このような場合には、正確な干渉シミュレーションを行うことができないという問題もある。

## 【0010】

本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、工作機械の実態に即した当該工作機械やその構造体の3次元モデルデータを、効率的且つ正確に生成することができる3次元モデルデータ生成装置の提供をその目的とする。

## 【0011】

## 【課題を解決するための手段及びその効果】

上記目的を達成するための本発明は、相互に直交する少なくとも第1軸及び第2軸方向に被送り台を移動させることができるようになった工作機械を構成する構造体の3次元モデルデータを生成する装置であって、

前記構造体を撮像して画像データを生成する撮像手段と、前記撮像手段によって生成された画像データを基に、前記構造体の3次元形状を定義した形状データを少なくとも含んで構成される3次元モデルデータを生成するモデルデータ生成手段とを備えた3次元モデルデータ生成装置に係る。

## 【0012】

前記撮像手段は、それぞれ所定の間隔を隔てて設けられた2つの撮像部を備え、当該各撮像部により前記構造体を撮像して2次元画像データをそれぞれ生成する第1、第2、及び第3の3つの撮像手段から構成されているのが好ましく、この場合、前記第1の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第2軸、又は前記第1軸及び第2軸の双方と直交する第3軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第1軸に沿った方向から前記構造体を撮像するように構成され、前記第2の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第1軸又は第3軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第2軸に沿った方向から前記構造体を撮像するように構成され、前記第3の撮像手段は、前記2つの撮像部が前記第1軸又は第2軸に沿って配設されると共に、各撮像部が前記第3軸に沿った方向から前記構造体を撮像するように構成される。



## 【0013】

また、モデルデータ生成手段は、前記第1、第2、第3の撮像手段によってそれぞれ生成された各2個の2次元画像データを基に、前記構造体の3次元モデルデータを生成する。

## 【0014】

この3次元モデルデータ生成装置によれば、まず、第1、第2、第3の撮像手段によって、工作機械を構成する構造体が第1軸、第2軸及び第3軸に沿った方向（直交3軸方向）からそれぞれ撮像され、2次元配列の濃淡データからなる2次元画像データがそれぞれ生成される。このとき、前記第1、第2、第3の撮像手段には、2つの撮像部がそれぞれ設けられていることから、これらの各撮像部に対応した2つの2次元画像データがそれぞれ生成される。

## 【0015】

そして、前記第1、第2、第3の撮像手段によってそれぞれ生成された各2個の2次元画像データを基に、モデルデータ生成手段によって、前記構造体の3次元形状を定義した形状データを少なくとも含んで構成される3次元モデルデータが生成される。

## 【0016】

具体的には、前記モデルデータ生成手段は、まず、前記第1、第2、第3の撮像手段によってそれぞれ生成された各2次元画像データを所定のしきい値で2値化して前記構造体に相当する画像をそれぞれ抽出し、抽出した各2値化画像を基に、前記構造体の輪郭線に対応する形状線をそれぞれ抽出する。尚、上記のように、前記第1、第2、第3の撮像手段には、それぞれ2つの撮像部が設けられており、各撮像部毎に形状線が抽出される。

## 【0017】

ついで、各撮像手段毎にそれぞれ抽出された2つの形状線を基に、3次元空間内における撮像構造体の実輪郭線の座標位置を、当該撮像手段の撮像方向毎に三角測量法を用いて算出する。尚、このとき算出される座標位置は、各撮像手段の撮像部に対する相対的な座標位置である。

## 【0018】

次に、各撮像方向についてそれぞれ算出された実輪郭線の座標位置、及び各撮像手段の撮像部の相対的な位置関係を基に、例えば当該各実輪郭線をそれぞれ稜線とする前記撮像構造体の 3 次元形状を推定して、該 3 次元形状を定義する形状データを少なくとも含んで構成される 3 次元モデルデータを生成する。

#### 【 0 0 1 9 】

尚、前記形状データは、撮像構造体の 3 次元形状を構成する各頂点の 3 次元空間内における座標値たる頂点座標データ、2 つの頂点を結んで構成される稜線の方程式データ、前記稜線と前記 2 つの頂点とを関連付ける稜線データ、稜線により囲まれて形成される面の方程式データ、及び前記面と前記稜線とを関連付ける面データなどからなる。

#### 【 0 0 2 0 】

また、前記工作機械を構成する構造体には、例えば、工作機械が N C 旋盤である場合には、ベッド、ベッド上に配設された主軸台、主軸台に回転自在に支持された主軸、主軸に取り付けられたチャック、ベッド上に移動可能に配設されたサドル、サドル上に配設された刃物台などが該当し、工作機械がマシニングセンタである場合には、ベッド、ベッド上に配設されたコラム、コラムに移動可能に支持された主軸頭、主軸頭に回転自在に支持された主軸、ベッド上に移動可能に配設されたテーブルなどが該当する。

#### 【 0 0 2 1 】

以上述べたように、この 3 次元モデルデータ生成装置によれば、工作機械を構成する構造体を直交する 3 方向からそれぞれ撮像し、撮像によって得られた 2 次元画像データを基に、当該構造体の 3 次元モデルデータを自動生成するようにしているので、正確な 3 次元モデルデータを効率的に生成することができる。

#### 【 0 0 2 2 】

そして、このようにして生成された正確な 3 次元モデルデータを用いて干渉シミュレーションを行うことで、高精度なシミュレーションを迅速且つ効率的に行うことができる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、前記 3 次元モデルデータ生成装置は、前記工作機械を構成する複数の構

造体に係る 3 次元モデルデータがそれぞれ相互に関連付けられて構成された前記工作機械全体の 3 次元モデルデータを予め記憶したモデルデータ記憶手段を更に備えて構成され、前記モデルデータ生成手段が、前記第 1、第 2、第 3 の撮像手段により撮像された構造体について、それぞれ生成された 2 次元画像データを基に該撮像構造体の 3 次元モデルデータを生成するとともに、該撮像構造体が前記工作機械全体の 3 次元モデル上で位置すべき座標位置を算出し、算出された座標位置データ、前記撮像構造体の 3 次元モデルデータ及び前記モデルデータ記憶手段に格納された工作機械全体の 3 次元モデルデータを基に、当該工作機械全体の 3 次元モデルデータを更新して、前記撮像構造体を含む工作機械全体の 3 次元モデルデータを生成するように構成されていても良い。

#### 【0024】

この 3 次元モデルデータ生成装置によれば、前記モデルデータ記憶手段に、工作機械を構成する複数の構造体に係る 3 次元モデルデータがそれぞれ相互に関連付けられて構成された工作機械全体の 3 次元モデルデータが予め格納される。例えば、前記工作機械が NC 旋盤である場合、ベッドの 3 次元モデルデータと刃物台及び主軸台の 3 次元モデルデータ、主軸台の 3 次元モデルデータと主軸の 3 次元モデルデータ、主軸の 3 次元モデルデータとチャックの 3 次元モデルデータ、チャックの 3 次元モデルデータとワークの 3 次元モデルデータなどがそれぞれ相互に関連付けられて工作機械全体の 3 次元モデルデータが構成され、この工作機械全体の 3 次元モデルデータが前記モデルデータ記憶手段に格納される。

#### 【0025】

ついで、前記第 1、第 2、第 3 の撮像手段によって撮像された構造体の 2 次元画像データを基に、上述のようにして当該撮像構造体の 3 次元モデルデータが生成される。そして、各撮像手段の撮像部と当該工作機械との相対的な位置関係を基に、上記撮像構造体の 3 次元モデルが工作機械全体の 3 次元モデル上で位置すべき座標位置が算出される。

#### 【0026】

ついで、算出された座標位置データ、撮像構造体の 3 次元モデルデータ及びモデルデータ記憶手段に格納された工作機械全体の 3 次元モデルデータを基に、モ

デルデータ記憶手段に格納された工作機械全体の 3 次元モデルデータが更新され、撮像構造体の 3 次元モデルデータが配置された工作機械全体の 3 次元モデルデータが生成される。具体的には、モデルデータ記憶手段に格納された工作機械全体の 3 次元モデルデータ中に、撮像構造体の 3 次元モデルデータが存在しない場合には、当該撮像構造体の 3 次元モデルデータを付加した工作機械全体の 3 次元モデルデータを生成し、撮像構造体の 3 次元モデルが在るべきところに別の構造体の 3 次元モデルが存在する場合には、この別の構造体の 3 次元モデルデータを削除した後、当該撮像構造体の 3 次元モデルデータを付加した工作機械全体の 3 次元モデルデータを生成する。

#### 【 0 0 2 7 】

斯くして、この 3 次元モデルデータ生成装置によれば、撮像構造体の正確な 3 次元モデルデータを効率的に生成することができるとともに、当該撮像構造体を含む工作機械全体の 3 次元モデルデータを正確に（即ち、工作機械の実態と一致するように）且つ効率的に更新、生成することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

また、前記構造体の 3 次元モデルデータは、当該構造体について設定された移動軸及び／又は回転軸に関する情報を含んで構成されていることが好ましい。例えば、前記撮像構造体が刃物台である場合には、その 3 次元モデルデータはこれが主軸軸線に沿った方向に移動するといった情報を含んで構成され、前記撮像構造体がチャックである場合には、その 3 次元モデルデータはこれがその軸中心に回転するといった情報を含んで構成される。このようにすれば、撮像構造体が工作機械上でどのように移動や回転するのかを定義することができるので、より干渉シミュレーションに適した 3 次元モデルデータとなる。

#### 【 0 0 2 9 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施形態について添付図面に基づき説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係る 3 次元モデルデータ生成装置の概略構成を示したブロック図であり、図 2 は、図 1 における矢示 A - A 方向の側断面図である。

#### 【 0 0 3 0 】

図1に示すように、本例の3次元モデルデータ生成装置1は、工作機械10に付設され、当該工作機械10を構成する構造体を撮像して、2次元画像データを生成する撮像装置20と、この撮像装置20により撮像、生成された前記構造体の2次元画像データを記憶する画像データ記憶部30と、この画像データ記憶部30に格納された2次元画像データを基に、前記撮像構造体の3次元モデルデータを生成するモデルデータ生成部31と、前記工作機械10全体の3次元モデルデータを記憶するモデルデータ記憶部32と、前記モデルデータ生成部31及びモデルデータ記憶部32に接続された入出力装置40などを備えて構成される。

#### 【0031】

尚、本例における前記工作機械10はNC旋盤であり、ベッド11、このベッド11上に配設された主軸台（図示せず）、この主軸台（図示せず）にZ軸（主軸12の軸線と平行な軸）周り（C軸方向）に回転自在に支持された主軸12、この主軸12に取り付けられたチャック13、直交3軸（X軸、Y軸及びZ軸）方向に移動可能に前記ベッド11上に配設された刃物台14などの各種構造体から構成される。また、チャック13は、本体13aと、本体13aに取り付けられる複数の把持爪13bとからなる。

#### 【0032】

図1及び図2に示すように、前記撮像装置20は、所定の間隔を隔てて設けられた2つのCCDカメラ21a、21bを備えたX軸撮像機構21、同じく所定の間隔を隔てて設けられた2つのCCDカメラ22a、22bを備えたY軸撮像機構22及び同じく所定の間隔を隔てて設けられた2つのCCDカメラ23a、23bを備えたZ軸撮像機構23から構成され、本例では、図7に示すワークWを把持したチャック13をそれぞれ撮像対象としている。

#### 【0033】

前記X軸撮像機構21は、CCDカメラ21a、21bがZ軸に沿って配設され、X軸に沿った方向から前記チャック13及びワークWを撮像し、前記Y軸撮像機構22は、CCDカメラ22a、22bがX軸に沿って配設され、Y軸に沿った方向から前記チャック13及びワークWを撮像し、前記Z軸撮像機構23は、CCDカメラ23a、23bがY軸に沿って配設され、Z軸に沿った方向から

前記チャック 13 及びワーク W を撮像するようにそれぞれ構成される。

【0034】

また、前記 X 軸撮像機構 21、Y 軸撮像機構 22 及び Z 軸撮像機構 23 は、それぞれ非撮像時には待避位置に格納され、撮像時に駆動装置 24、25、26 によって、待避位置から撮像位置に移動せしめられるように構成されている。

【0035】

前記各 CCD カメラ 21a、21b、22a、22b、23a、23b は、多行多列の 2 次元に配置された複数の光電変換素子を備え、受光強度に応じて各光電変換素子から出力される電圧信号をデジタル化した後、これを濃淡レベル値に変換して、前記光電変換素子の配列と同配列の 2 次元濃淡画像データとして出力する。

【0036】

そして、前記画像データ記憶部 30 には、前記各 CCD カメラ 21a、21b、22a、22b、23a、23b から出力された 2 次元濃淡画像データがそれぞれ格納される。

【0037】

前記モデルデータ記憶部 32 には、3 次元 CAD システムなどを用いて適宜作成された工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータが入出力装置 40 を介して予め格納される。この工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータは、これを構成する各構造体の 3 次元モデルデータがそれぞれ相互に関連付けられて構成され、例えば、本例では、ベッド 11 の 3 次元モデルデータと刃物台 14 及び主軸台（図示せず）の 3 次元モデルデータ、主軸台（図示せず）の 3 次元モデルデータと主軸 12 の 3 次元モデルデータ、主軸 12 の 3 次元モデルデータとチャック 13 の 3 次元モデルデータ、チャック 13 の 3 次元モデルデータとワーク W の 3 次元モデルデータなどがそれぞれ相互に関連付けられて、工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータとして生成され、モデルデータ記憶部 32 に格納される。

【0038】

前記 3 次元モデルデータは、前記構造体の 3 次元形状を定義した形状データ、並びに当該構造体について設定された移動軸及び／又は回転軸に関する軸データ

を少なくとも含んで構成される。形状データは、構造体の 3 次元形状を構成する各頂点の 3 次元空間内における座標値たる頂点座標データ、2 つの頂点を結んで構成される稜線の方程式データ、前記稜線と前記 2 つの頂点とを関連付ける稜線データ、稜線により囲まれて形成される面の方程式データ、及び前記面と前記稜線とを関連付ける面データなどからなり、例えば、3 次元形状が図 10 に示すような形状の場合には、図 11 に示すような形状データとなる。また、前記軸データは、例えば、刃物台 14 の場合には、X 軸、Y 軸及び Z 軸となり、チャック 13 の場合には、C 軸となる。

#### 【0039】

前記モデルデータ生成部 31 は、前記画像データ記憶部 30 に格納された各 2 次元濃淡画像データを基に、前記チャック 13 及びワーク W の 3 次元形状を定義した前記形状データを少なくとも含んで構成される 3 次元モデルデータを生成するとともに、チャック 13 及びワーク W が前記工作機械 10 全体の 3 次元モデル上で位置すべき座標位置を算出し、算出した座標位置データ、チャック 13 及びワーク W の 3 次元モデルデータ及び前記モデルデータ記憶部 32 に格納された工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータを基に、当該工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータを更新して、撮像したチャック 13 及びワーク W を含む工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータを生成する。

#### 【0040】

具体的には、モデルデータ生成部 31 は、図 3 に示すような処理を行うように構成される。尚、前記撮像装置 20 により、ワーク W を把持したチャック 13 が撮像され、撮像された 2 次元濃淡画像データがそれぞれ前記画像データ記憶部 30 に格納されているものとする。尚、以下では、ワーク W とチャック 13 を撮像構造体という。

#### 【0041】

モデルデータ生成部 31 は、まず、前記モデルデータ記憶部 32 に格納された工作機械 10 全体の 3 次元モデルデータを、当該モデルデータ記憶部 32 から読み出すとともに（ステップ S1）、前記画像データ記憶部 30 に格納された撮像構造体の各 2 次元濃淡画像データを、当該画像データ記憶部 30 からそれぞれ読

み出す（ステップ S 2）。

#### 【0042】

ついで、読み出した各 2 次元画像データを所定のしきい値で 2 値化して前記撮像構造体の画像をそれぞれ抽出し、抽出した 2 値化画像をラスタ方向に走査して、2 値化画像の輪郭線をそれぞれ抽出する（ステップ S 3）。

#### 【0043】

尚、前記 CCD カメラ 21 a, 21 b によって撮像された 2 値化画像の輪郭線を図 4 の（a）, （b）に示し、前記 CCD カメラ 22 a, 22 b によって撮像された 2 値化画像の輪郭線を図 5 の（a）, （b）に示し、前記 CCD カメラ 23 a, 23 b によって撮像された 2 値化画像の輪郭線を図 6 の（a）, （b）に示している。

#### 【0044】

次に、前記 X 軸撮像機構 21, Y 軸撮像機構 22 及び Z 軸撮像機構 23 の各撮像機構部毎にそれぞれ抽出された 2 つの輪郭線を基に、3 次元空間内における撮像構造体の実輪郭線の座標位置を、各撮像機構部の撮像方向毎に三角測量法を用いて算出する（ステップ S 4）。但し、このとき算出される座標位置は、各撮像機構部に対する相対的な座標位置である。

#### 【0045】

ここで、三角測量法により、前記撮像構造体の実輪郭線の 3 次元空間内における座標位置を算出する手法について簡単に説明する。

#### 【0046】

例えば、図 4（a）, （b）に示した画像を撮像する 2 台の CCD カメラ 21 a, 21 b と撮像構造体の実体とは、X-Z 平面で同図 4（c）に示した位置関係にある。尚、図 4（c）において、F a は CCD カメラ 21 a, 21 b の各レンズの中心面であり、G a は各結像面である。また、a は CCD カメラ 21 a のレンズ中心点であり、b は CCD カメラ 21 b のレンズ中心点である。また、R a は前記レンズ中心面 F a と結像面 G a との間の距離であり、L a は 2 台の CCD カメラ 21 a, 21 b のレンズ中心点 a, b 間の距離であり、それぞれ予め精密に計測されている。c<sub>1</sub> 及び d<sub>1</sub> は X 軸と平行な軸であってそれぞれ前記 a 点



, b 点を通る軸である。

#### 【0047】

いま、撮像構造体の実体における基準点を  $P_a$  とし、前記軸  $c_1$ ,  $d_1$  が結像面  $G_a$  と交差する点とこの基準点  $P_a$  と結ぶ線を設定すると、各線と前記レンズ中心面  $F_a$  とはそれぞれ  $P_{a1}$  及び  $P_{a2}$  で交差する。即ち、基準点  $P_a$  から 2 台の CCD カメラ  $21a$ ,  $21b$  にそれぞれ受光された光は、各レンズ中心面の  $P_{a1}$  点及び  $P_{a2}$  点で交差し、各レンズによって偏光されて、 $P_{a1}$  点及び  $P_{a2}$  点から軸  $c_1$ ,  $d_1$  と平行に進んで各結像面で結像される。尚、 $P_{a1}$  点及び  $P_{a2}$  点は図 4 (a), (b) に示した輪郭線画像では、それぞれ、同符合で示す部分にあたる。

#### 【0048】

したがって、基準点  $P_a$  が各 CCD カメラ  $21a$ ,  $21b$  の結像面に結像された各レンズ中心点  $a$ ,  $b$  からの距離  $Z_1$ ,  $Z_2$  が分かれば、三角測量法により、次の数式 1 によって各 CCD カメラ  $21a$ ,  $21b$  から撮像構造体の実体までの X 軸方向における距離  $X_a$  を算出することができる。尚、前記距離  $Z_1$ ,  $Z_2$  は、CCD カメラ  $21a$ ,  $21b$  によって撮像され、処理された図 4 (a), (b) に示した輪郭線画像からこれを容易に算出することができる。但し、図中の  $c_2$  及び  $d_2$  は Y 軸と平行な軸であってそれぞれ前記レンズ中心点  $a$ ,  $b$  を通る軸である。

#### 【0049】

##### 【数 1】

$$X_a = R_a (L_a - Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2)$$

#### 【0050】

図 5 及び図 6 に示すように、CCD カメラ  $22a$ ,  $22b$  及び CCD カメラ  $23a$ ,  $23b$  から撮像構造体の実体までの距離についても上記と同様にしてこれを算出することができる。

#### 【0051】

尚、図 5 (c) は、CCD カメラ  $22a$ ,  $22b$  と撮像構造体の実体との、X-

Y平面における位置関係を示した図であり、F bはCCDカメラ22 a, 22 bのレンズ中心面であり、G bは結像面である。eはCCDカメラ22 aのレンズ中心点、fはCCDカメラ22 bのレンズ中心点、R bはレンズ中心面F bと結像面G bとの間の距離、L bはCCDカメラ22 a, 22 bのレンズ中心点e, f間の距離である。g<sub>1</sub>, h<sub>1</sub>はY軸と平行な軸であってそれぞれ前記e点, f点を通る軸である。P bは基準点、P b<sub>1</sub>及びP b<sub>2</sub>は、軸g<sub>1</sub>, h<sub>1</sub>が結像面G bと交差する点と基準点P bと結ぶ線がレンズ中心面F bとそれぞれ交差する点であり、X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>は、基準点P bがCCDカメラ22 a, 22 bの結像面G bに結像された各レンズ中心点e, fからの距離である。また、図5(a)及び(b)にそれぞれ記載されるg<sub>2</sub>及びh<sub>2</sub>はZ軸と平行な軸であってそれぞれ前記e点, h点を通る軸である。

#### 【0052】

また、図6(c)は、CCDカメラ23 a, 23 bと撮像構造体の実体との、Y-Z平面における位置関係を示した図であり、F cはCCDカメラ23 a, 23 bのレンズ中心面であり、G cは結像面である。jはCCDカメラ23 aのレンズ中心点、kはCCDカメラ23 bのレンズ中心点、R cはレンズ中心面F cと結像面G cとの間の距離、L cはCCDカメラ23 a, 23 bのレンズ中心点j, k間の距離である。m<sub>1</sub>, n<sub>1</sub>はZ軸と平行な軸であってそれぞれ前記j点, k点を通る軸である。P cは基準点、P c<sub>1</sub>及びP c<sub>2</sub>は、軸m<sub>1</sub>, n<sub>1</sub>が結像面G cと交差する点と基準点P cと結ぶ線がレンズ中心面F cとそれぞれ交差する点であり、Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>は、基準点P cがCCDカメラ23 a, 23 bの結像面G cに結像された各レンズ中心点j, kからの距離である。また、図6(a)及び(b)にそれぞれ記載されるm<sub>2</sub>及びn<sub>2</sub>はX軸と平行な軸であってそれぞれ前記j点, k点を通る軸である。

#### 【0053】

そして、CCDカメラ22 a, 22 bから撮像構造体の実体までの距離Y b、及びCCDカメラ23 a, 23 bから撮像構造体の実体までの距離Z cは、それぞれ次の数式2、数式3によって算出される。

#### 【0054】

## 【数 2】

$$Y_b = R_b (L_b - Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2)$$

## 【0055】

## 【数 3】

$$Z_c = R_c (L_c - Z_1 - Z_2) / (Z_1 + Z_2)$$

## 【0056】

以上のようにして、前記撮像構造体の実輪郭線の 3 次元空間内における座標位置が算出される。

## 【0057】

次に、各撮像方向についてそれぞれ算出された実輪郭線の座標位置、及び各 CCD カメラ 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b 間の相対的な位置関係を基に、当該各実輪郭線をそれぞれ稜線とする前記撮像構造体の 3 次元形状を推定して、該 3 次元形状を定義する形状データを少なくとも含んで構成される 3 次元モデルデータを生成する (ステップ S5)。

## 【0058】

図 8 に、CCD カメラ 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b 間の相対的な位置関係を基に、前記各撮像方向の実輪郭線を配置した概念図を示し、図 7 に、推定された撮像構造体の 3 次元形状を示している。

## 【0059】

次に、各 CCD カメラ 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b と工作機械 10 との相対的な位置関係を基に、上記撮像構造体の 3 次元モデルが工作機械 10 の 3 次元モデル上で位置すべき座標位置が算出される (ステップ S6)

。

## 【0060】

そして、算出した工作機械 10 の 3 次元モデル上での座標位置データ、撮像構造体の 3 次元モデルデータ及びステップ S1 で読み出した工作機械 10 の 3 次元モデルデータを基に、工作機械 10 の 3 次元モデルデータを更新する (ステップ

S7～S12)。

#### 【0061】

具体的には、ステップS1で読み出した工作機械10の3次元モデル上で、当該撮像構造体の3次元モデルが在るべきところに別の構造体の3次元モデルが存在するか否かを確認し(ステップS7)、別の構造体の3次元モデルが存在する場合には、この別の構造体の3次元モデルデータを削除し(ステップS8)、当該撮像構造体の3次元モデルデータを付加した工作機械10の3次元モデルデータを生成した後(ステップS10)、当該撮像構造体の3次元モデルデータに前記軸データを付加して(ステップS11)、これらをモデルデータ記憶部32に格納する(ステップS12)。

#### 【0062】

尚、当該撮像構造体独自の軸データは、前記入出力装置40を介した対話入力によって入力され、当該撮像構造体が他の構造体と接続される場合には、その接続関係が自動認識され、接続する他の構造体に係る軸データが当該撮像構造体に係る軸データとして自動的に設定される。例えば、図9に示すように、主軸を軸中心に回転させる主軸モータの軸データをスピンドル軸と表現し、主軸をその軸中心に任意の回転速度で回転送りするC軸サーボモータの軸データをC軸と表現した場合、これら主軸モータ及びC軸サーボモータに接続される主軸の軸データは、これらの軸データであるスピンドル軸及びC軸に自動設定され、更に、主軸に接続されるチャック及びワークからなる撮像構造体の軸データは、主軸の軸データであるスピンドル軸及びC軸に自動設定される。

#### 【0063】

一方、別の構造体の3次元モデルが存在しない場合には、次に、ステップS1で読み出した工作機械10の3次元モデルデータ中に、当該工作機械10の3次元モデル上で配置されるべき撮像構造体の3次元モデルデータが存在するか否かを判断し(ステップS9)、当該撮像構造体の3次元モデルが存在しない場合には、当該撮像構造体の3次元モデルデータを付加した工作機械全体の3次元モデルデータを生成して(ステップS10、S11)、モデルデータ記憶部32に格納する(ステップS12)。

**【0064】**

そして、このようにしてステップS7～S12の更新処理を終えた後、一連の処理を終了する。

**【0065】**

斯くして、以上の構成を備えた本例の3次元モデルデータ生成装置1によれば、例えば、加工対象品が変わり、これに応じてワークWやチャック13などが交換されると、交換された構造体が、撮像装置20のX軸撮像機構21、Y軸撮像機構22及びZ軸撮像機構23によって、X軸、Y軸及びZ軸方向（直交3軸方向）からそれぞれ撮像されて、各軸方向における2次元画像データが生成され、生成された各2次元画像データが画像データ記憶部30に格納される。

**【0066】**

ついで、モデルデータ生成部31において、画像データ記憶部30に格納された各2次元画像データが読み出され、読み出された各2次元画像データを基に、撮像構造体の3次元モデルデータが生成され、生成された撮像構造体の3次元モデルデータを基に、モデルデータ記憶部32に格納された工作機械10の3次元モデルデータが更新される。

**【0067】**

このように、この3次元モデルデータ生成装置1によれば、撮像画像から3次元モデルデータを自動的に生成するようにしているので、工作機械10を構成する構造体が変更されても、変更後の工作機械10全体の3次元モデルデータを正確且つ効率的に生成することができる。

**【0068】**

そして、このようにして生成された正確な3次元モデルデータを用いて干渉シミュレーションを行うことで、高精度なシミュレーションを迅速且つ効率的に行うことができる。

**【0069】**

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る具体的な態様は、何らこれに限定されるものではない。

**【0070】**

上例では、前記工作機械 10 として NC 旋盤を、前記撮像構造体としてワーク W を保持したチャック 13 を一例に挙げて説明したが、これに限られるものではなく、前記工作機械 10 には、マシニングセンタなど各種の工作機械が含まれ、また、前記撮像構造体には、工具 T が装着された刃物台 14 の他、工具を保持した主軸やワーク W が載置されたテーブルなど、工作機械 10 を構成する各種の構造体が含まれる。

#### 【0071】

また、上例では、CCD カメラ 21a, 21b を Z 軸に沿って配設し、CCD カメラ 22a, 22b を X 軸に沿って配設し、CCD カメラ 23a, 23b を Y 軸に沿って配設したが、CCD カメラ 21a, 21b を Y 軸に沿って配設し、CCD カメラ 22a, 22b を Z 軸に沿って配設し、CCD カメラ 23a, 23b を X 軸に沿って配設しても良い。

#### 【0072】

また、上例では、X 軸、Y 軸及び Z 軸に沿ってそれぞれ 2 個、合計 6 個の CCD カメラを設けたが、これに限られるものではなく、まず、X 軸、Y 軸、Z 軸のうちの適宜一つの軸に沿って 2 個の CCD カメラを設置し、これを他の 2 軸に沿うように順次移動させて、この 2 個の CCD カメラによって X 軸、Y 軸及び Z 軸の 3 軸方向から前記構造体を撮像するように構成して良く、更には、1 個の CCD カメラを X 軸、Y 軸及び Z 軸に沿って移動可能にし、各軸に沿ったそれぞれ 2 箇所から前記構造体を撮像して、各軸に付きそれぞれ得られた 2 つの画像データを基に、前記撮像構造体の 3 次元モデルデータを生成するようにしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の一実施形態に係る 3 次元モデルデータ生成装置の概略構成を示したブロック図である。

##### 【図 2】

図 1 における矢示 A-A 方向の側面図である。

##### 【図 3】

本実施形態に係るモデルデータ生成部における一連の処理を示したフローチャ

ートである。

【図 4】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 5】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 6】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 7】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 8】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 9】

3次元モデルデータの生成について説明するための説明図である。

【図 10】

3次元モデルデータのデータ構成を説明するための説明図である。

【図 11】

3次元モデルデータのデータ構成を説明するための説明図である。

【符号の説明】

1 3次元モデルデータ生成装置

10 工作機械

13 チャック

13a チャック本体

13b 把持爪

20 撮像装置

21 X軸撮像機構

21a, 21b CCDカメラ

22 Y軸撮像機構

22a, 22b CCDカメラ

23 Z軸撮像機構

2 3 a, 2 3 b C C D カメラ

3 0 画像データ記憶部

3 1 モデルデータ生成部

3 2 モデルデータ記憶部

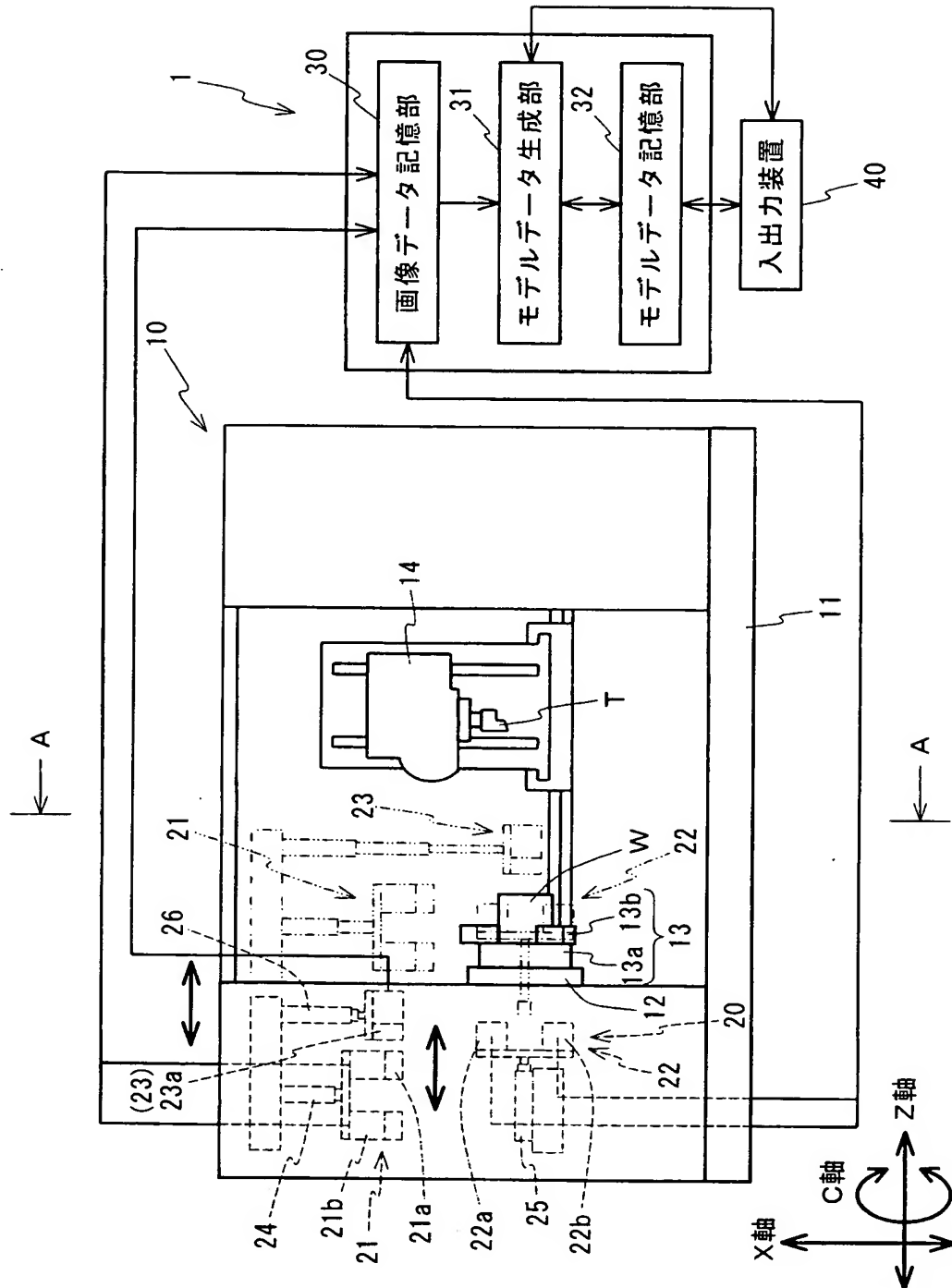
W ワーク



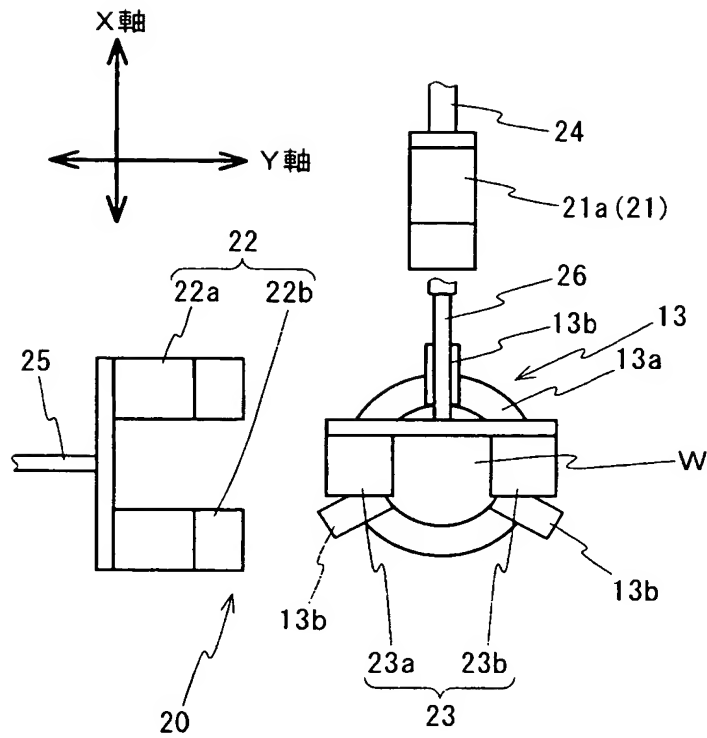
【書類名】

図面

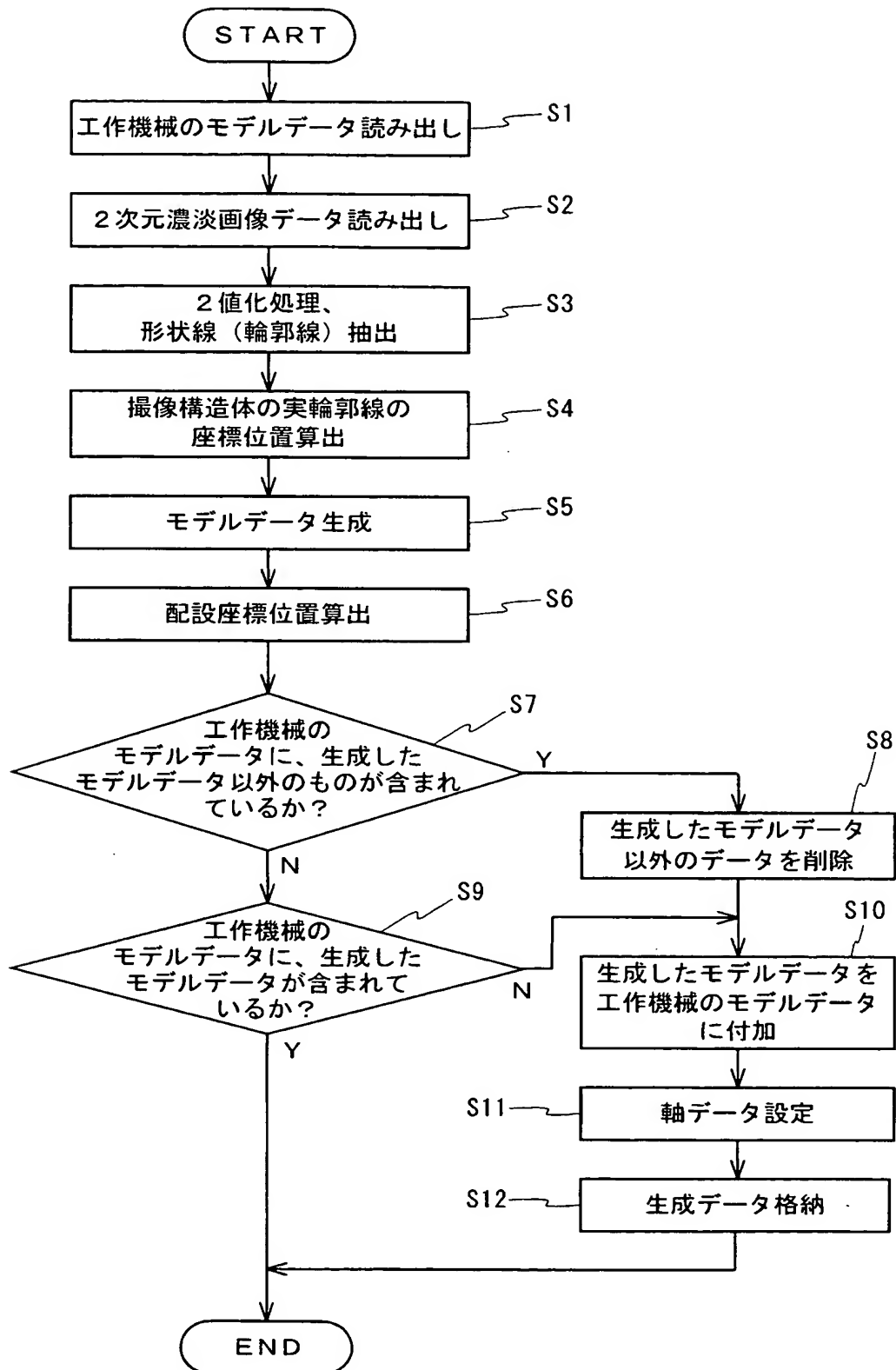
【図 1】



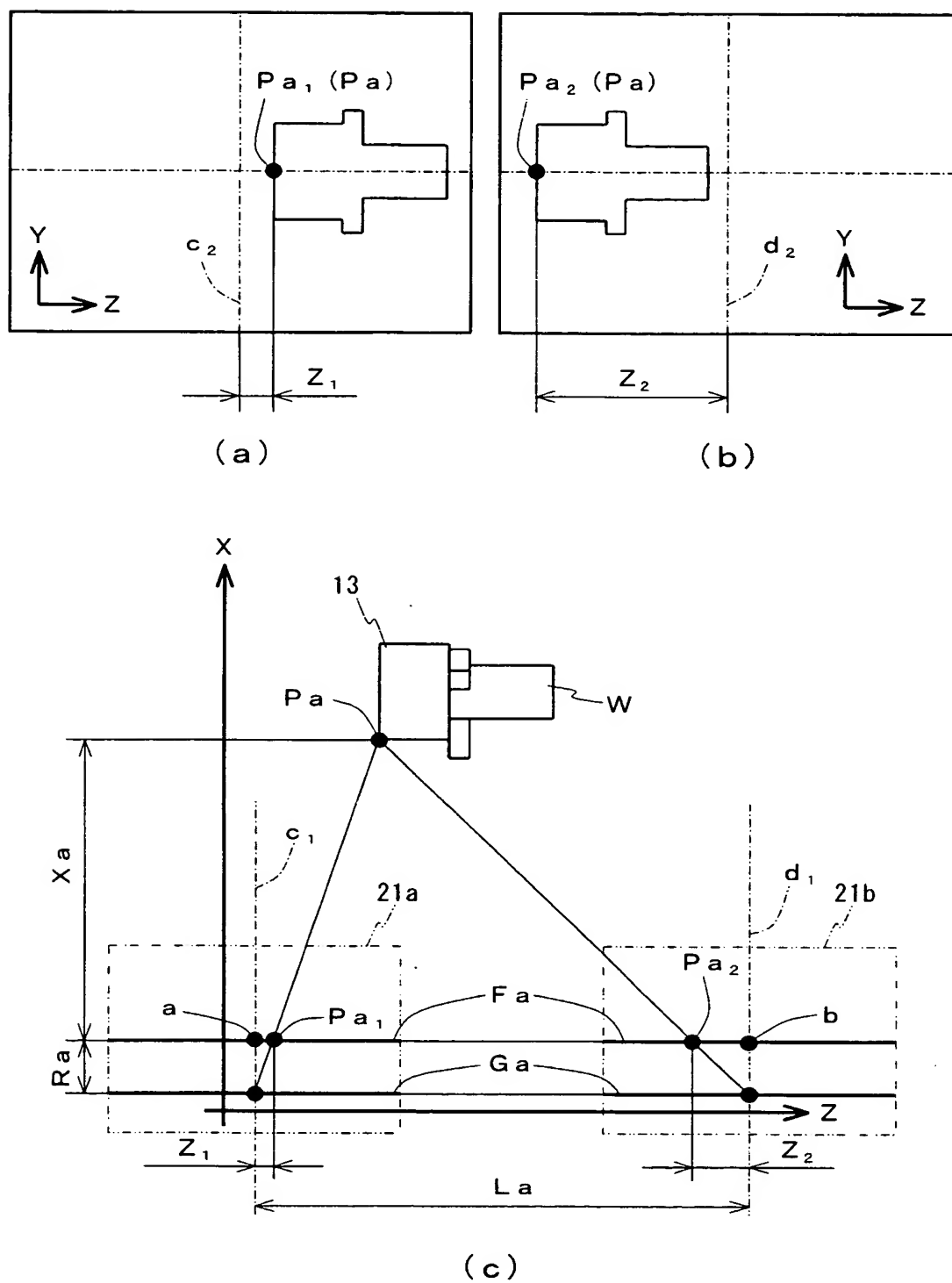
【図 2】



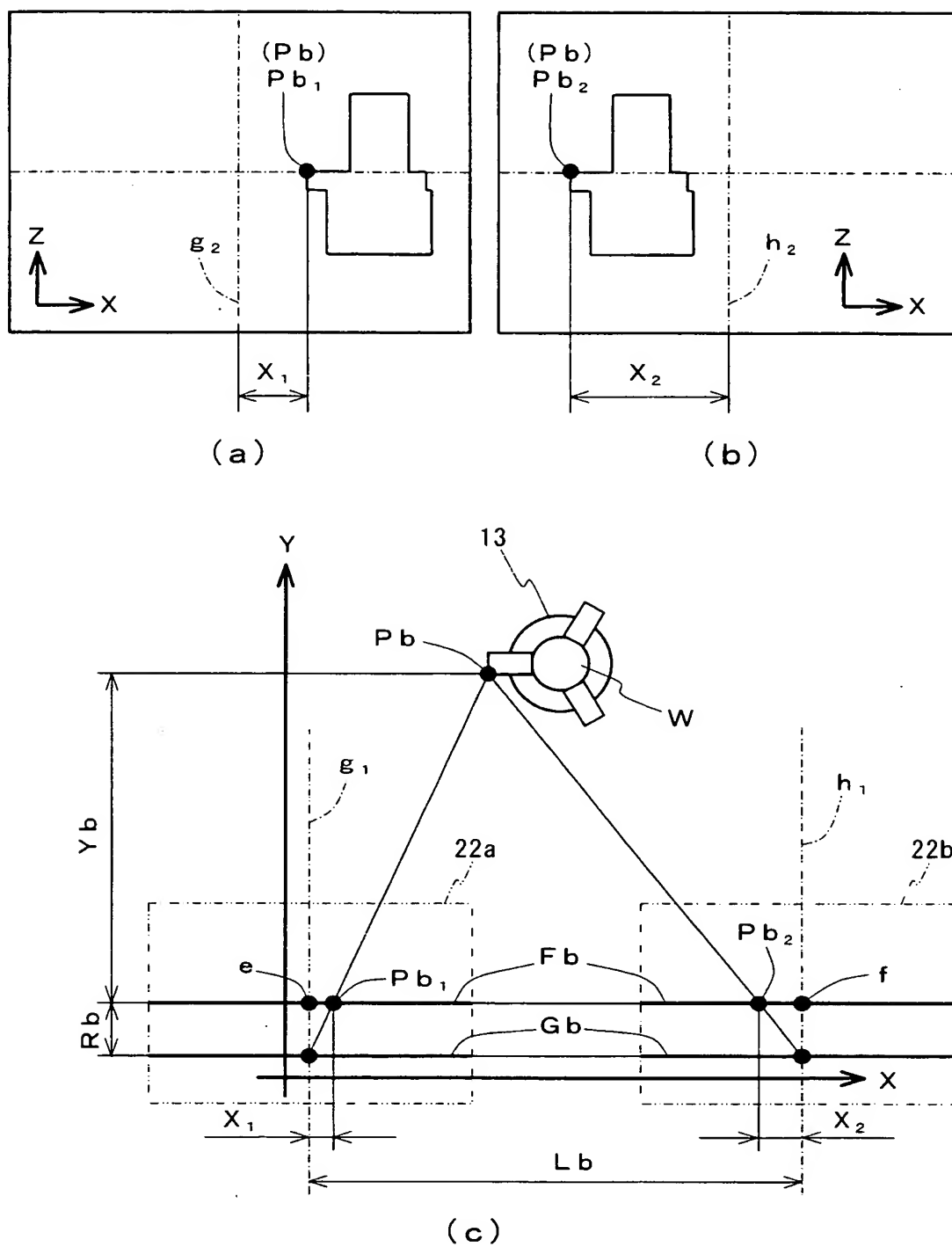
【図 3】



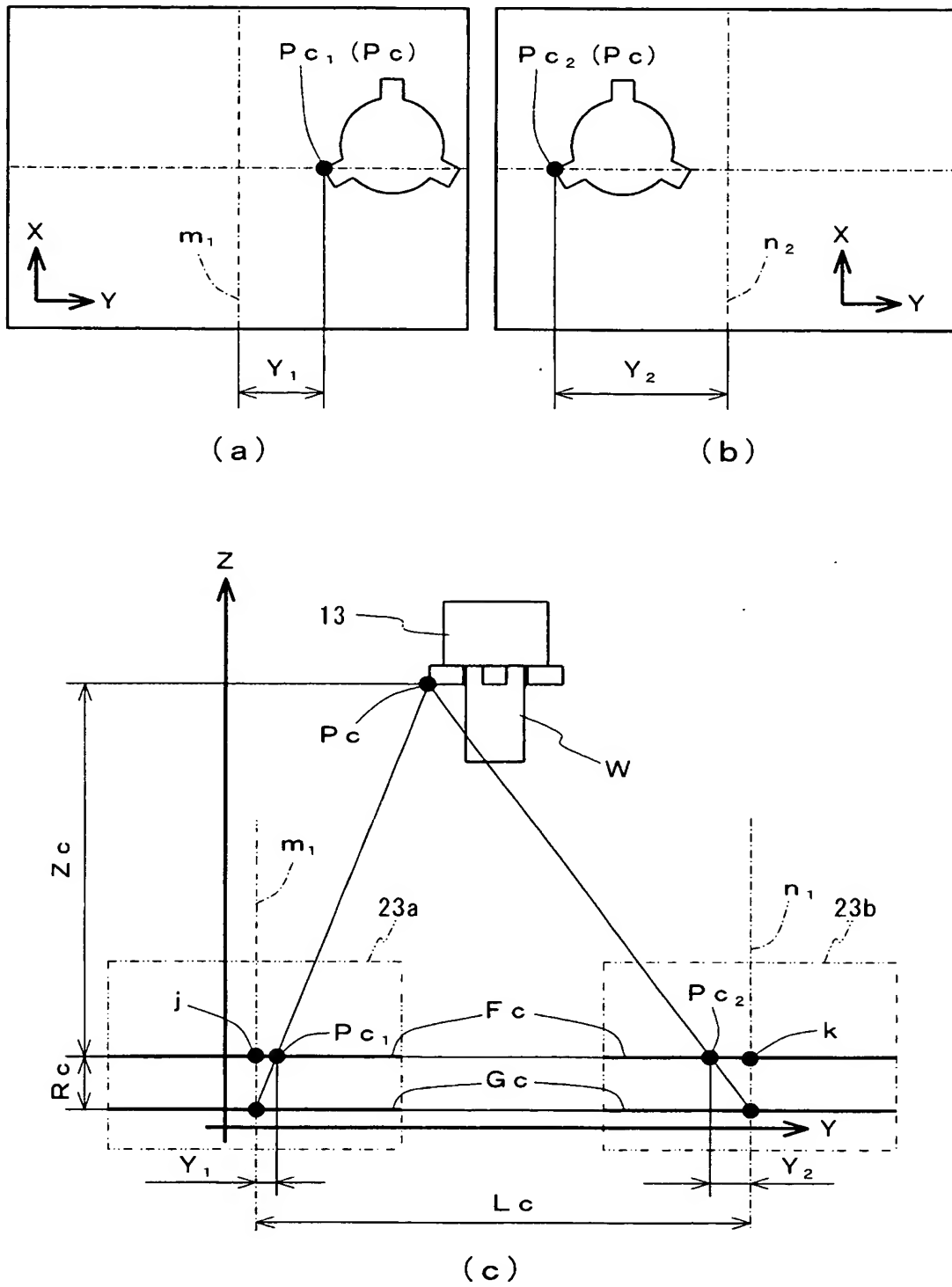
【図 4】



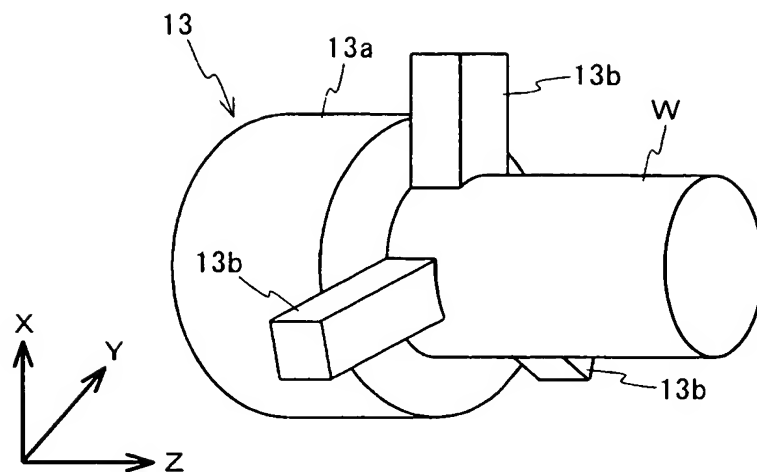
【図 5】



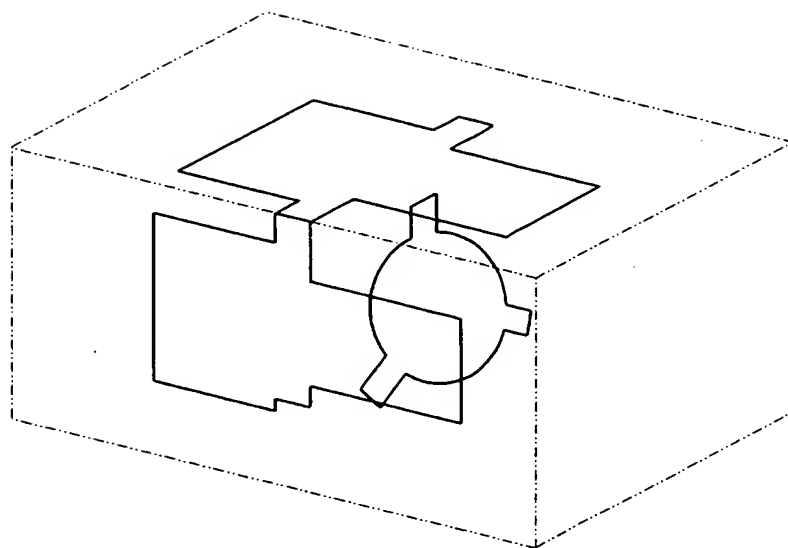
【図 6】



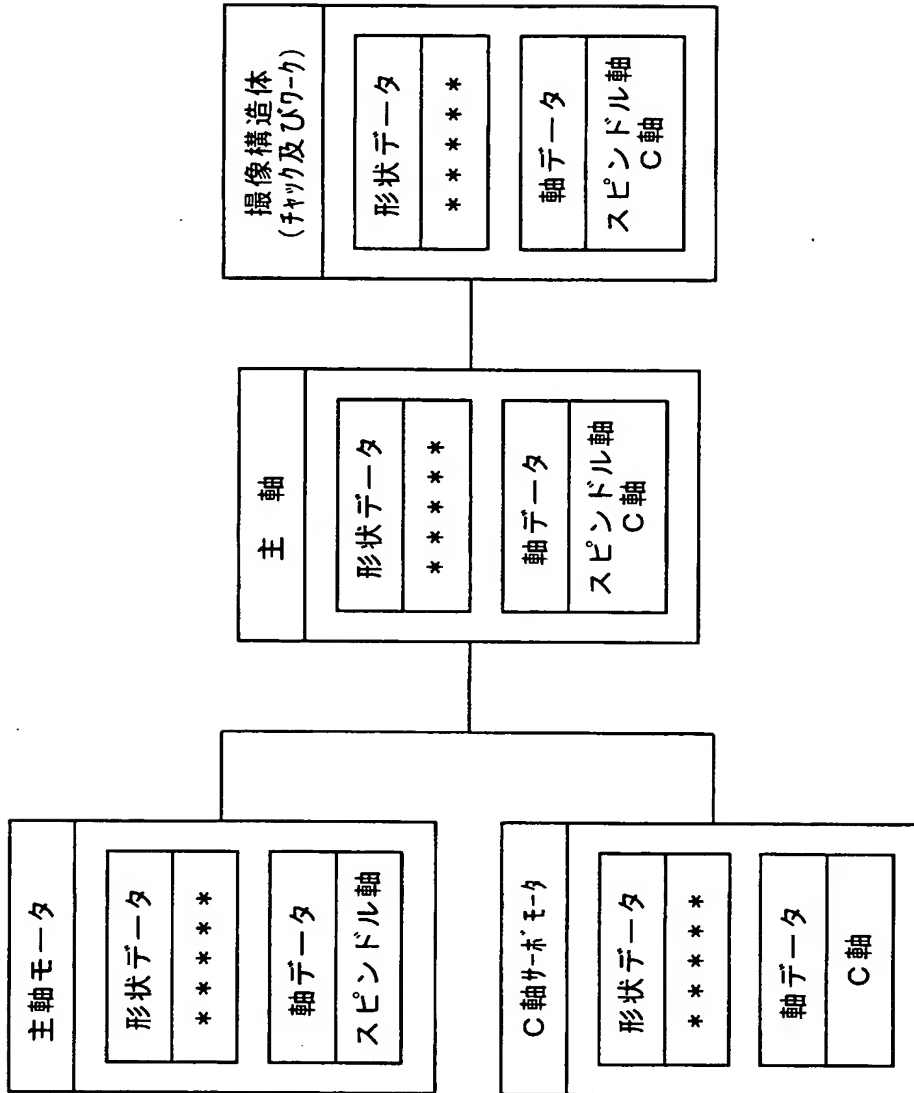
【図 7】



【図 8】

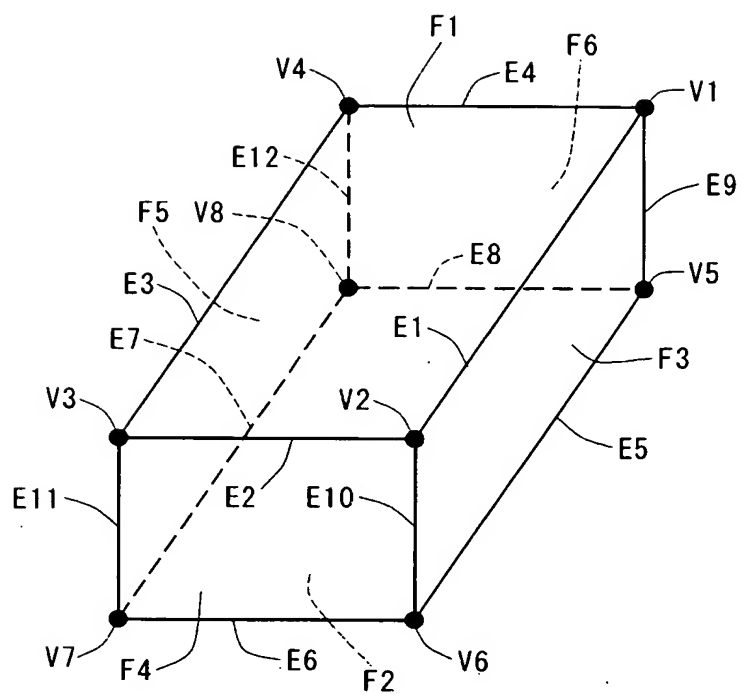


【図 9】





【図 10】



【図 11】

軸データ		形状データ		
C軸	面		稜線	
	面番号	稜線番号	稜線番号	頂点番号
	F1	E1, E2, E3, E4	E1	V1, V2
	F2	E5, E6, E7, E8	E2	V2, V3
	F3	E1, E9, E5, E10	E3	V3, V4
	⋮	⋮	⋮	⋮
	面の方程式		稜線の方程式	
	面番号	方程式の係数	稜線番号	方程式の係数
	F1	A1, B1, C1, D1	E1	a1, b1, c1, d1
	F2	A2, B2, C2, D2	E2	a2, b2, c2, d2
	F3	A3, B3, C3, D3	E3	a3, b3, c3, d3
	⋮	⋮	⋮	⋮
			頂点座標	
			頂点番号	座標値
			V1	X Y Z
			V2	X1 Y1 Z1
			V3	X2 Y2 Z2
			⋮	X3 Y3 Z3
			⋮	⋮

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 工作機械を構成する構造体の 3 次元モデルデータを、効率的に且つ正確に生成することができる 3 次元モデルデータ生成装置を提供する。

【解決手段】 3 次元モデルデータ生成装置 1 は、それぞれ所定の間隔を隔てて設けられた 2 つの C C D カメラを備え、各 C C D カメラにより、工作機械 1 0 を構成する構造体を X 軸，Y 軸，Z 軸方向（直交 3 軸方向）からそれぞれ撮像して 2 次元画像データを生成する X 軸，Y 軸，Z 軸撮像機構 2 1，2 2，2 3 と、生成された各 2 次元画像データを基に、構造体の 3 次元形状を定義した形状データを少なくとも含む 3 次元モデルデータを生成するモデルデータ生成部 3 1 とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 4 8 6 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 4 6 8 4 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地

氏 名

株式会社森精機製作所

2. 変更年月日

1 9 9 8 年 1 0 月 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地

氏 名

株式会社森精機製作所

特願 2 0 0 2 - 3 4 8 6 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 0 0 0 3 5 3 3 1 ]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 4 月 2 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

米国 カリフォルニア州 9 5 8 1 4 サクラメント セブン  
スストリート 1 5 0 0 番地 7 号の 0

氏 名

インテリジェント マニユファクチャリング システムズ イ  
ンターナショナル